

ветствует наличию витка, зеленый - отсутствию); 6 – группа кнопок для работы с исходными данными (катушки и корпуса); 7 – панель быстрого измерения без типа; 8 – статусная строка – в ней отображаются сообщения о состоянии текущих операций.

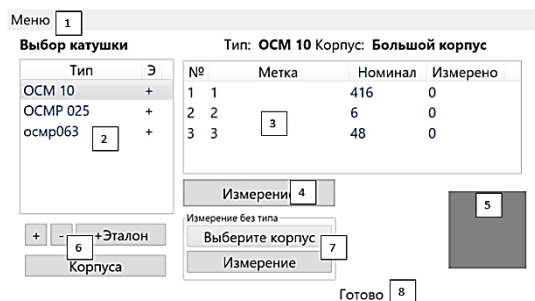


Рисунок 2 – Главное окно программы

На рисунке 3 представлен вид вспомогательного окна программы для работы с корпусами. Цифрами обозначены: 1 – список корпусов; 2 – список выбора платформы (большая или малая); 3 – параметры корпуса; 4 – группа кнопок для основных операций с корпусами; 5 – кнопка подтверждения и завершения работы с базой корпусов.

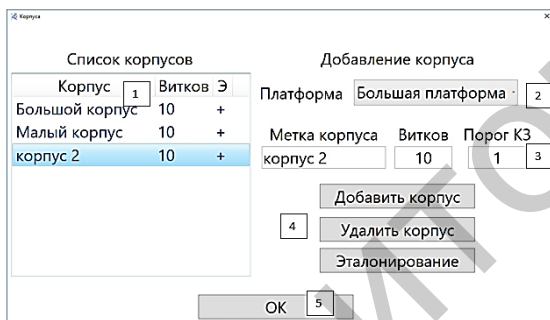


Рисунок 3 – Интерфейс работы с корпусами

На рисунке 4 представлен внешний вид окна добавления нового типа катушки. Цифрами обозначены: 1 – поле ввода типа катушки; 2 – список выбора платформы (большая или малая); 3 – список обмоток катушки; 4 – список выбора корпуса; 5 – поля ввода параметров обмотки; 6 – группа кнопок для основных операций с обмотками; 7 – кнопки подтверждения и отмены работы с базой катушек.

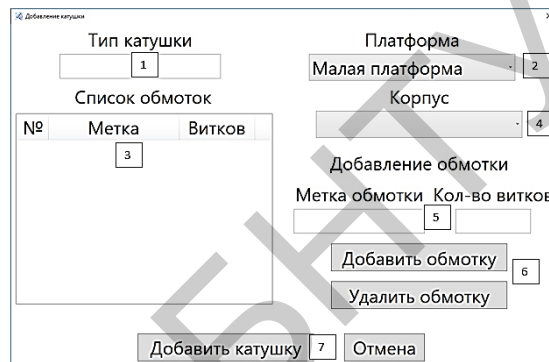


Рисунок 4 – Окно добавления нового типа катушки

После проведения измерения имеется возможность сохранить результаты текущего измерения в отдельный текстовый файл. Кроме того, каждое проведенное измерение фиксируется в общий архив.

Созданный в ИПФ НАН Беларуси прибор «ТК» позволяет обеспечить высокоточный контроль количества витков в обмотках на каркасе без сердечника, совмещенный с проверкой на короткозамкнутые витки для больших партий однотипных катушек. В настоящее время прибор проходит период тестовой эксплуатации на МЭТЗ им. В.И. Козлова.

УДК 535.31:681.25-027.31:620.179.1.082.5.05

УСТАНОВКА ОПТИЧЕСКОЙ КОГЕРЕНТНОЙ ТОМОГРАФИИ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОБЛАСТИ МИКРОЭЛЕКТРОНИКИ И МЕДИЦИНЫ

Смирнов А.Г., Рыжевич А.А., Ясинский В.М., Лепченков К.В.

Институт физики НАН Беларуси
Минск, Республика Беларусь

Первые патенты по методу оптической когерентной томографии (ОКТ) были поданы в 1995 - 1997 годах. С тех пор в мире зарегистрированы более 1000 патентов и заявок. Пик подачи патентов зафиксирован в 2012 - 2013 годах, в последние годы число заявок снизилось вдвое, но остается достаточно высоким, что говорит об актуальности данного научно-технического направления.

В рамках задания 1.14 "Разработать и изготовить установку оптической когерентной томографии для исследований в области микроэлектроники и медицины (ОКТЭМ)" подпрограммы "Приборы для науки" Государственной научно-технической программы "Эталоны и научные приборы" в 2014-2015 годах в Институте физики НАН Беларуси была разработана и создана установка ОКТЭМ. Разработчикам удалось продви-

нуться сразу по нескольким направлениям развития ОКТ: улучшение пространственного разрешения при одновременном увеличении объема сканирования (на основе использования новых широкополосных источников света, адаптивной оптики); повышение чувствительности и быстродействия (чувствительные детекторы, быстродействующая электроника), миниатюризация, мобильность и гибкость ОКТ зондов; расширение контрастно - селективных возможностей ОКТ с целью распознавания типа неоднородностей или типа тканей по морфологии и функциональным свойствам, в том числе с использованием гибридных оптоакустических, поляризационно-чувствительных и спектроскопических технологий. Последняя задача была выбрана в качестве приоритетной для проекта ОКТЭМ, поскольку предполагалось, что информативность метода, контраст и селективность изображений могут быть улучшены путем значительного расширения спектрального диапазона (от 700 до 1400 нм), а также добавлением поляризационного контраста. Традиционно системы ОКТ оптимизируются для двух спектральных диапазонов, вблизи длины волны 800 нм (офтальмология, кардиология) и 1300 нм (дерматология, промышленные применения) со спектральной шириной до 160 нм. Системы с рабочим диапазоном от 700 до 1400 нм, как показал анализ патентов, литературы и коммерческих продуктов, еще не создавались.

Типичный ОКТ сигнал позволяет дифференцировать ткани по пространственному распределению и структуре неоднородностей. Однако этого зачастую недостаточно для определения функционального состояния и распознавания типа биологических тканей. Для большей селективности ОКТЭМ и повышения контраста разработанная система была дополнена спектроскопическим сравнительным абсорбционным анализом, который даст возможность определять степень поражения тканей, их насыщение кровью и кислородом, и обеспечит более полную информацию для понимания биологических процессов. Анализ изменения поляризационных свойств рассеянного излучения, в том числе, деполаризации, может использоваться в качестве дополнительного контрастного механизма, например, для обнаружения дислокаций и микродефектов и связанных с ними механических напряжений в полупроводниковых пластинах.

Широкий круг планируемых для установки задач определил ее модульность. Установка ОКТЭМ реализована в виде набора активных и пассивных аппаратных модулей, что позволяет легко настраивать установку под конкретное приложение. Компоновка модулей установки показана на рисунке 1. Модуль управления спектром излучения (1) состоит из: собственно ла-

зерного источника NKT Photonics (1.1); источника бесперебойного питания, обеспечивающего энергоснабжение всего оборудования установки суммарной мощностью 1000 Вт в нормальном режиме без ограничения времени и в течение не менее 1 минуты после отключения напряжения в силовой сети; электронного контроллера (1.3) для коммутации электронно-оптико-механических блоков и модулей установки ОКТЭМ; блока управления генерируемым спектром (1.4). Интерферометр (2) с подстраиваемой компенсацией дисперсии состоит из оптических и механических деталей, закрепленных винтами на металлической плите толщиной 10 мм и накрытых кожухом. Модуль контроля входного и выходного состояний поляризации светового пучка (поляризационный модуль) (3) установлен внутри модуля проекционной оптики (оптической головки) (4). В состав оптической головки (4) входят объектив головки, сканирующая система, микроскоп, образованный объективом (4.1) и линзой, CCD - камера для визуального наблюдения увеличенного изображения поверхности образца и формирования изображения внутренних слоев образца, система подсветки образца, трансляционная платформа (4.6), обеспечивающая точную подводку фокусной плоскости объектива (4.1) к поверхности исследуемого объекта, с шаговым двигателем (4.7).

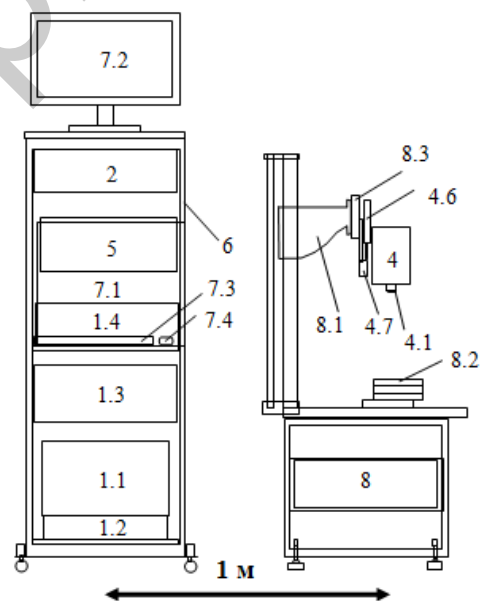


Рисунок 1 – Состав установки ОКТЭМ (пронумерованные позиции описаны в тексте)

Модуль регистрации оптических сигналов (5) состоит из спектрометра на диапазон 650 - 650 нм и спектрометра (5.3) на диапазон 950 - 1400 нм. На виброустойчивой платформе (6), выполненной в виде вертикально ориентированной стойки, неподвижно закреплены блоки (1), (2), (5) и персональный компьютер (7), состоящий из

системного блока (7.1), монитора (7.2), а также клавиатуры (7.3) и мыши (7.4). Оптическая головка (4) адаптером (8.3) крепится на отдельный стол (8) с жестким металлическим каркасом, с возможностью грубого ручного вертикального перемещения оптической головки посредством перестраиваемой по высоте опоры (8.1) с целью предварительной подстройки наблюдаемой поверхности объекта под фокусное расстояние объектива головки (4.1). На горизонтальной поверхности стола (8) установлен 2D транслятор (8.2) на базе моторизованных актуаторов, управляемых через контроллеры персональным компьютером (7).

Согласно протоколу приемочных испытаний установка ОКТЭМ имеет следующие характеристики. Рабочий спектральный диапазон от 700 до 1400 нм разбит на два спектральных поддиапазона (от 700 до 950 нм и от 950 до 1400 нм) с возможностью переключения между ними. Поперечное разрешение в воздухе по критерию Рэлея не хуже 10 мкм в спектральном интервале 700-900 нм и не хуже 12 мкм в спектральном интервале 900-1400 нм. Продольное разрешение в воздухе по критерию Рэлея не хуже 6 мкм в спектральном интервале 700-900 нм и не хуже 15 мкм в спектральном интервале 900-1400 нм. Область сканирования не менее 10 мм x 10 мм x 6 мм разбивается на зоны размером не менее 2 мм x 2 мм x 1,5 мм с возможностью переключения между ними. Время продольного сканирования, А-сканирования, (поперечного сканирования, В-сканирования) не более 0,1(50) мс при фиксированном положении фокуса и глубине (длине) сканирования не более 1 (10) мм. Максимальная глубина проникновения излучения в толщу материала, скорость сканирования, а также контраст изображения зависит от

исследуемого объекта. При необходимости повышения контраста изображения объекта, а также увеличения размеров сканируемой области время продольного (поперечного) сканирования увеличивается. Габаритные размеры приборной части платформы установки в виде виброустойчивой стойки не превышают 1000 x 1000 x 2100 мм; габаритные размеры выносной части платформы в виде столика с оптической головкой составляют не более 1000 x 1000 x 1800 мм.

Созданная установка ОКТЭМ по своим техническим характеристикам и функциональным возможностям соответствует современному мировому научно-техническому уровню. В отличие от имеющихся аналогов установка охватывает спектральный поддиапазон 750-1400 нм и полностью перекрывает окно прозрачности биологических тканей в ИК диапазоне, что позволяет использовать установку для научных исследований в медицине в таких областях, как офтальмология, дерматология и кардиология. Широкий спектральный диапазон и высокое пространственное разрешение позволяют подобрать оптимальный режим для получения высокого контраста на конкретном исследуемом объекте, а также проводить селективную диагностику патогенных тканей не только по их морфологии, но и по спектрально-поляризационным характеристикам, что в перспективе позволит создать эффективные методики диагностики различных заболеваний. Высокое пространственное разрешение, высокая скорость сканирования и бесконтактный характер метода делают возможным также использовать установку для контроля качества изделий из полупроводниковых и диэлектрических материалов в микроэлектронике и контроля технологических процессов их изготовления.

УДК 621.3.029.64

БЕСПРОВОДНОЙ ДАТЧИК НА БАЗЕ МОДУЛЯ ESP8266

Соломатина О.А., Павловский А.М., Лакоза С.Л.

Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт»
Киев, Украина

На сегодняшний день активно развиваются беспроводные технологии передачи данных. Это предопределяется удобством их использования, низкой стоимостью и приемлемой пропускной способностью. Исходя из динамики развития современных электронных устройств, можно сделать вывод о том, что по количеству и распространению, беспроводные технологии в ближайшее время полностью заменят проводные в сферах коммутации и передачи данных между устройствами общего пользования.

В последние годы, лидирующие позиции

среди беспроводной передачи данных заняли устройства, работающие по стандартам IEEE 802.11 (Wi-Fi) и IEEE 802.15.1 (Bluetooth) [1,2]. Это связано с появлением на рынке большого количества доступных модулей беспроводной передачи данных и микроконтроллеров. Еще одной причиной является популяризация концепции IoT (Интернета вещей). В рамках данной концепции, бытовые приборы подключаются к единой домашней сети, которая предоставляет возможность удаленного управления каждым устройством, а также, такой подход значительно